

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. Oktober 2001 (25.10.2001)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/79675 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F02D 13/02**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE01/00989

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. März 2001 (15.03.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 18 303.4 13. April 2000 (13.04.2000) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
02, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GAESSLER, Her-
mann** [DE/DE]; Im Hoernle 14, 71665 Vaihingen (DE).

DIEHL, Udo [DE/DE]; Alte Stuttgarter Strasse 115,
70195 Stuttgart (DE). **MISCHKER, Karsten** [DE/DE];
Glockenturmstrasse 18, 71229 Leonberg (DE). **WAL-
TER, Rainer** [AT/DE]; Ludwig-Hofer-Strasse 2, 74385
Pleidelsheim (DE). **ROSENAU, Bernd** [DE/DE]; Ulmer
Strasse 1, 71732 Tamm (DE). **SCHIEHMANN, Juergen**
[DE/DE]; Eichenweg 9, 71706 Markgroeningen (DE).
GROSSE, Christian [DE/DE]; Oststrasse 13, 70806
Kornwestheim (DE). **BEUCHE, Volker** [DE/DE]; Wies-
badener Strasse 37, 70372 Stuttgart (DE). **REIMER,
Stefan** [DE/DE]; Lembergerweg 2, 71706 Markgroenin-
gen (DE).

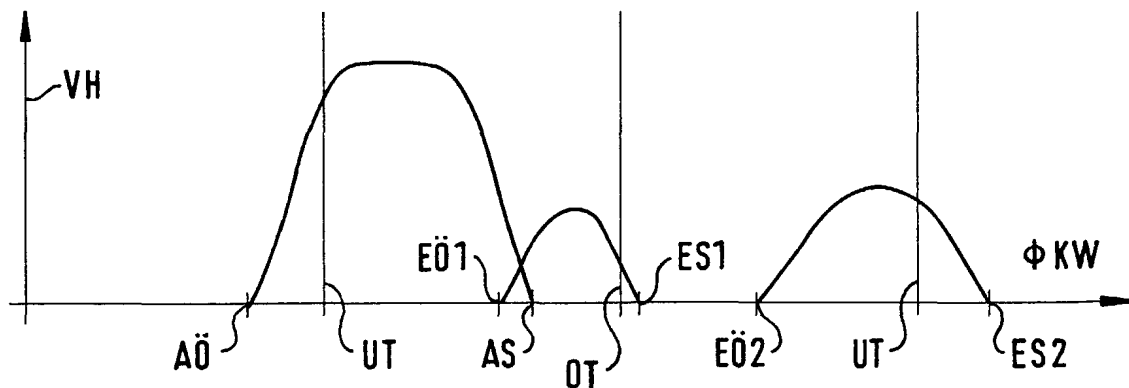
(81) Bestimmungsstaaten (national): BR, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CYLINDER-CHARGE CONTROL METHOD IN AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR FÜLLUNGSSTEUERUNG BEI EINEM VERBRENNUNGSMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a cylinder-charge control method. According to said method, residual gas in the cylinder is recycled internally and is intermittently shunted in front of the inlet valve(s), by controlling the closure times (AS) of at least one outlet valve of the respective cylinder and by opening (EO1) at least one inlet valve in the vicinity of the upper response point (OT) of the piston and at least one inlet valve is opened in at least two chronologically separate phases (EO1, ES1, EO2, ES2) during a charge cycle in the cylinder. Said method optimizes the operation of the motor in the warm-up period in terms of consumption, pollution emission and smooth running.

(57) Zusammenfassung: Das Verfahren zur Füllungssteuerung besteht darin, dass durch Steuerung der Schliesszeitpunkte (AS) mindestens eines Auslassventils des jeweiligen Zylinders und durch Öffnen (EÖ1) mindestens eines Einlassventils im Bereich des oberen Totpunktes (OT) des Kolbens eine interne Restgasrückführung im Zylinder mit zeitweiligem Ausschleiben von Restgas vor das mindestens eine Einlassventil veranlasst wird, und dass innerhalb eines Ladungswechsels im Zylinder in mindestens zwei zeitlich voneinander getrennten Phasen (EÖ1, ES1, EÖ2, ES2) mindestens ein Einlassventil geöffnet wird. Dieses Verfahren optimiert den Betrieb des Motors in der Warmlaufphase unter den Gesichtspunkten des Verbrauchs, der Schadstoffemission und der Laufruhe.



WO 01/79675 A1



Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

5

10 Verfahren zur Füllungssteuerung bei einem Verbrennungsmotor

Stand der Technik

15 Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur
Füllungssteuerung bei einem Verbrennungsmotor mit variabler
Steuerung der Gaswechselventile seiner Zylinder, wobei durch
Steuerung der Schließzeitpunkte des mindestens einen
Auslaßventils des jeweiligen Zylinders und durch Öffnen
20 mindestens eines Einlaßventils im Bereich des oberen
Totpunktes eine interne Restgasrückführung im Zylinder mit
zeitweiligem Ausschieben von Restgas vor das mindestens eine
Einlaßventil veranlaßt wird.

25 Geeignete Verfahren zur Auslaßsteuerung sind das frühe
Schließen aller Auslaßventile eines Zylinders bevor der
Kolben im Zylinder seinen oberen Totpunkt erreicht oder das
späte Schließen mindestens eines Auslaßventils eines
Zylinders erst nach dem Öffnen mindestens eines
30 Einlaßventils des Zylinders. Im zweiten Fall einer
sogenannten Ventilüberschneidung wird ein Druckgefälle von
der Auslaßseite zur Einlaßseite zum Zwecke der internen
Restgasrückführung ausgenutzt, wobei dieses Gefälle
gegebenenfalls durch den Einsatz einer Drosselklappe im
35 Saugrohr bewirkt oder verstärkt wird.

In MTZ Motortechnische Zeitschrift 60 (1999) 7/80, Seite 476
- 485 ist eine drosselfreie Laststeuerung mit vollvariablen
Ventiltrieben für einen Ottomotor beschrieben. Bei Motoren
mit variabler Ventilsteuerung erfolgt die Steuerung der
Füllung bzw. der Leistung ganz oder teilweise durch die
Steuerung des Öffnungsverlaufs der Gaswechselventile (Ein-
und Auslaßventile der Zylinder). Eine Drosselklappe im
Saugrohr kann zusätzlich vorhanden sein, es kann aber auch
auf sie völlig verzichtet werden.

Als Variablen, d. h. durch eine Ventilsteuerung einstellbare
Parameter, des Öffnungsverlaufs eines Ventils kommen in
Frage:

1. Beginn und Ende der Ventilöffnung. Man spricht hier auch
von Steuerzeiten für die Ventilöffnung. Die Steuerzeiten
werden üblicherweise durch die Winkelstellung der
Kurbelwelle gegenüber einer - gegebenenfalls
zylinderspezifischen - Referenzposition charakterisiert.
Wichtig ist dabei der Phasenbezug zum Arbeitsspiel des
betreffenden Zylinders, z. B. die Lage im Kompressions-,
Verbrennungs-, Ausschiebe- oder Ansaugtakt.

2. Der Hub des Ventils.

3. Die mittlere oder maximale Geschwindigkeit des Ventils
beim Öffnen bzw. Schließen. Man spricht hier auch von der
Flankensteilheit des Ventilhubverlaufs.

Bei einem Motor mit vollvariablen Ventiltrieben, wie in der
MTZ 60 (1999) 7/8 Seite 479 - 485 beschrieben, können die
Gaswechselventile direkt angesteuert und betätigt werden,
z.B. durch elektromagnetische oder elektrohydraulische
Ventilsteller. Insbesondere kann dabei die Füllung der

Zylinder allein durch die geeignete Steuerung der Ventile dosiert werden, wobei der Einsatz einer Drosselklappe entfällt. Durch die Verringerung der Drosselverluste, d.h. der Pumparbeit des Motors wird der motorische Wirkungsgrad erhöht und somit der spezifische Verbrauch verringert. Ein Problem derart entdrosselter Motoren liegt in den erschwerten Bedingungen für die äußere Gemischbildung im Saugrohr. Bei einem Drosselklappen-geregelten Motor liegt, außer bei Vollast, ein Unterdruck im Saugrohr vor, der eine gute Verdampfung des in der Regel in der Nähe der Einlaßventile eingespritzten Kraftstoffs ermöglicht. Bei einem entdrosselten Motor herrscht demgegenüber praktisch Umgebungsdruck im Saugrohr vor, wodurch die Verdampfungsrate deutlich verringert und der flüssige Kraftstoffanteil (Wandfilm) entsprechend erhöht wird. Besonders gravierend wirkt sich dies bei kaltem Motor, d.h. beim Kaltstart und während der anschließenden Warmlaufphase, aus. So erweist sich z.B. die bei warmen Motor im Teillastbetrieb vorteilhafte Steuerstrategie des "frühen Einlaß - Schließens" (vergleiche MTZ 60 (1999) 7/8) bei kaltem Motor als Nachteil, weil Kraftstoff teilweise in flüssiger Form in den Brennraum eingesaugt und bis zur Zündung nicht mehr genügend aufbereitet, d.h. verdampft und mit der Luft homogenisiert wird. Durch das frühe Schließen der Einlaßventile kann zudem, in Folge der Abkühlung der Zylinder-Ladung bei der nachfolgenden Expansion, im Bereich des unteren Totpunktes des Kolbens bereits verdampfter Kraftstoff kondensieren. Entsprechend schlecht sind unter diesen Bedingungen die Verbrennungsqualität, die Laufruhe, der Kraftstoffverbrauch und der Schadstoffgehalt des Abgases. Bei einer solchen auf möglichst geringen Drosselverlust optimierten Steuerung der Einlaßventile werden diese in der Nähe des oberen Totpunktes des Kolbens geöffnet und bei Teillast früh, d.h. vor dem unterem Totpunkt, geschlossen.

Zur Verbesserung der Gemischbildung und Gemischaufbereitung bei einem drosselfreiem Ottomotor sind - im Bezug auf die verwendete Steuerungsstrategie für die Gaswechselventile - aus dem Stand der Technik folgende zwei Maßnahmen bekannt:

1. Eine Einlaß- geführte Restgasrückführung, wobei über die Einlaßventile Restgas ausgeschoben und wieder angesaugt wird. Diese interne Restgasrückführung ist z.B. bekannt aus M. Pischinger, J. Hagen, W. Salber, T. Esch: Möglichkeiten der ottomotorischen Prozessführung bei Verwendung des elektromechanischen Ventiltriebs, 7. Aachener Kolloquium Fahrzeug- und Motorentechnik, 1998, S. 987-1015.

2. Spätes Öffnen der Einlaßventile, wie aus der zuvor genannten Druckschrift bekannt.

Die beiden genannten, aus dem Stand der Technik bekannten Verfahren bewirken eine Verringerung der Schadstoffanteile des Rohabgases im Warmlauf des Motors. Das Verfahren der internen Restgasrückführung erzielt diese Wirkung darüberhinaus auch bei betriebswarmem Motor. Die Verringerung der Schadstoffanteile des Rohabgases im Warmlauf ist von großer Bedeutung insbesondere für die frühe Phase des Warmlaufs, in der die Anspringtemperatur des Katalysators noch nicht erreicht und somit eine Filterung bzw. Konvertierung der Schadstoffe durch den Katalysator nur in sehr geringem Maße möglich ist.

Mit der Strategie des späten Öffnens der Einlaßventile wird durch Expansion des Zylindervolumens nach dem Ladungswechsel im oberen Totpunkt ein Unterdruck im Zylinder erzeugt. Einlaßventile werden erst dann geöffnet, wenn der Druck im Zylinder genügend klein ist bzw. dann, wenn ein überkritisches Druckverhältnis zwischen Zylinder und

Saugrohr ($< ca. 0,5$) erreicht ist. Daraus resultiert eine hohe Einströmgeschwindigkeit (maximal Schallgeschwindigkeit) des Frischgases in den jeweiligen Zylinder. Dieser hochdynamische, turbulente Einströmvorgang bewirkt eine Verbesserung der Gemischaufbereitung, nämlich dadurch, daß flüssige Kraftstoffanteile besser zerstäubt und anschließend weitgehend vollständig verdampft werden. Darüberhinaus entsteht eine verbesserte Homogenisierung der Gaskomponenten Luft, Kraftstoffdampf und Restgas. Auf diese Weise läßt sich eine deutliche Verbesserung von Schadstoff-Anteilen im Rohabgas, insbesondere von unverbrannten Kohlenwasserstoffen (HC) erzielen. Zudem vermag die verbesserte Verbrennung - neben der guten Gemischaufbereitung wirkt sich hier auch die erhöhte Turbulenz der Zylinderladung positiv aus - die erhöhten Ladungswechselverluste dieses Verfahrens speziell bei kaltem Motor weitgehend zu kompensieren.

Bei der anderen erwähnten Strategie wird z.B. durch Schließen der Auslaßventile vor dem oberen Totpunkt sowie das frühe Öffnen mindestens eines Einlaßventils ebenfalls vor oder in der Nähe des oberen Totpunktes, wahlweise auch durch Anwendung einer Ventilüberschneidung, eine Vergrößerung des Anteils an heißem Restgas in der Zylinderladung herbeigeführt. Zusätzlich bewirkt das im Bereich des oberen Totpunktes vorliegende Druckgefälle zwischen Zylinder und Einlaßkanal (Saugrohr) - bei bereits geöffnetem Einlaß - das Ausströmen eines Teils dieses heißen Abgases in das Saugrohr. Dieses in dem Bereich von Einspritzventil und Kraftstoff-Wandfilm ausgeschobene Restgas bewirkt eine schnelle Aufheizung des Ansaugkrümmers nach einem Kaltstart und verbessert die Gemischbildung, d.h. die Verdampfung flüssiger Anteile des Kraftstoffes im Saugrohr. Bei weiterhin geöffnetem Einlaßventil wird das Gemisch von Restgas und Frischgas unmittelbar anschließend in den Zylinder eingesaugt. Aufgrund einer erhöhten

Ladungstemperatur wird auch die weitere Aufbereitung des Gemisches im Zylinder verbessert. Diese Methode der internen Restgasrückführung bringt eine Verringerung des Kraftstoffverbrauchs sowie der Schadstoff-Anteile (insbesondere Kohlenwasserstoffe) im Rohabgas. Darüberhinaus wird in Folge der Ladungsverdünnung durch Restgas die Verbrennungstemperatur abgesenkt, wodurch wiederum Schadstoffanteile (NO_x-Komponenten) des Rohabgases deutlich vermindert werden. Zudem ergeben sich Verbrauchsvorteile aus einer weiteren Absenkung der Ladungswechselarbeit. Ein erhöhter Restgasanteil kann sich andererseits auch nachteilig auf die Homogenisierung der Zylinderladung - insbesondere der Komponenten Frischgas und Restgas - auswirken. Außerdem verringert sich bei steigender Restgaskonzentration die Brenngeschwindigkeit und die Entflammungsphase wird länger. Als Folge nehmen zyklische Verbrennungsschwankungen zu, was Nachteile für Laufruhe und Verbrennungswirkungsgrad bedingt.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das insbesondere im Warmlauf einen möglichst guten Betrieb des Motors hinsichtlich des Kraftstoffverbrauchs, der Schadstoffemission und der Laufruhe gewährleistet.

Vorteile der Erfindung

Die genannte Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruchs 1 dadurch gelöst, daß innerhalb eines Ladungswechsels im Zylinder in mindestens zwei zeitlich voneinander abgesetzten Phasen mindestens ein Einlaßventil geöffnet wird. Zudem wird durch entsprechende Steuerung des mindestens einen Auslaßventils und des mindestens einen Einlaßventils eine innere Restgasrückführung über den Einlaßkanal veranlaßt.

Mit der erfindungsgemäßen Steuerung der Gaswechselventile wird neben einer Verringerung der NO_x-Anteile im Rohabgas insbesondere eine verbesserte Verbrennung und Laufruhe erreicht. Nachteile für Verbrennungsstabilität und Laufruhe durch hohe Anteile rückgeführten Restgases, die bei bekannten Verfahren der Abgasrückführung aus einer schlechten Durchmischung von Frischgas und Restgas im Zylinder und einer deutlich verlangsamten Verbrennung resultieren und dort die mögliche Abgas-Rückführtrate begrenzen, werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren durch einen hochdynamischen Ansaugvorgang nach dem zweiten späten Öffnen mindestens eines Einlaßventils und die dadurch entstehende erhöhte Ladungsbewegung im Brennraum verringert bzw. vermieden. Das Verfahren nach der Erfindung ist ohne zusätzlichen Aufwand an Komponenten bei einem Motor mit vollvariabler Ventilsteuerung realisierbar.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann nicht nur bei einem Ottomotor mit Saugrohreinspritzung (äußere Gemischbildung), sondern auch bei Motoren mit innerer Gemischbildung - direkteinspritzender Ottomotor, Dieselmotor - angewendet werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Danach wird vorzugsweise in zwei zeitlich voneinander abgesetzten Phasen mindestens ein Einlaßventil geöffnet, wobei die erste Phase des Einlaßventil-Öffnens im Bereich des oberen Totpunktes und die zweite Phase des Einlaßventil-Öffnens nach dem oberen Totpunkt beginnt. Die Auslaßventile können vorzugsweise vor Beginn der ersten Phase des Einlaßventil-Öffnens geschlossen oder bei Anwendung einer

Ventilüberschneidung vor dem Ende der ersten Phase des Einlaßventil-Öffnens geschlossen werden.

Vorteilhafterweise wird der Beginn der zweiten Phase des Einlaßventil-Öffnens nach dem Ende der ersten Phase so gewählt, daß sich im Zylinder ein so großer Unterdruck aufbaut, daß sich eine gewünschte hohe Einströmgeschwindigkeit für das Gasgemisch in den Zylinder einstellt.

Bei einem 6-Takt oder 8-Takt Betrieb des Motors wird die zweite Phase des Einlaßventil-Öffnens vorteilhaft um mindestens ca. eine Kurbelwellenumdrehung versetzt nach der ersten Phase des Einlaßventil-Öffnens begonnen. D.h. es verbleibt die nach dem Ausschieben des Restgases in den Bereich vor die Einlaßventile rückgeführte Restgasmenge während der Dauer mindestens einer Kolbenumdrehung im Saugrohr. In diesem Fall erstreckt sich die Ladungswechselphase über mehr als zwei Takte, wobei die mindestens zwei voneinander abgesetzten Einlaßventil-Öffnungs-Phasen zeitlich besonders weit auseinander liegen.

Es ist vorteilhaft, daß alle Einlaß- und Auslaßventile individuell bezüglich des Hubes, der Flankensteilheit, des Öffnungsverlaufs und der Öffnungszeit steuerbar sind.

Weiterhin ist es vorteilhaft, daß der Beginn und das Ende der Öffnungsphasen und/oder die Hübe und/oder die Flankensteilheiten der Öffnungsverläufe für die Einlaß- und Auslaßventile so gewählt werden, daß nach dem Ende des Ladungswechselvorgangs im Zylinder die jeweils gewünschten Mengen von Frischgas und Restgas vorhanden sind und eine Brennrauminnenströmung sowie die Turbulenz der Zylinderladung mit einer gewünschten Form und Stärke vorliegen.

Außerdem können der Beginn und das Ende der Öffnungsphasen und/oder die Hübe und/oder die Flankensteilheiten der Öffnungsverläufe für die Einlaß- und Auslaßventile nach den Kriterien einer optimalen Gemischbildungs- und Abgasqualität, eines geringst möglichen Energieaufwandes für das Stellen der Ventile und für das Hinausschieben und Wiederansaugen von Restgas und eines geringst möglichen Kraftstoffverbrauchs gesteuert werden.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 einen Querschnitt durch einen Zylinder eines Ottomotors mit variabler Ventilsteuerung und

Figur 2 Ventilhubverläufe der Einlaß- und Auslaßventile des Motors.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

Die Figur 1 zeigt einen Querschnitt durch einen Zylinder ZY eines Ottomotors. In dem Zylinder ZY bewegt sich ein Kolben KB, z.B. nach der 4-Takt Betriebsweise, mit dem bekannten Arbeitsspiel, bestehend aus dem Ansaugtakt, dem Verdichtungstakt, dem Arbeitstakt und dem Austoßtakt. In der Zeichnung ist auch die Kurbelwelle KW dargestellt, welche der Kolben durch seine Auf- und Abbewegung in eine Drehbewegung versetzt. Die oberste Stellung, die der Kolben KB bei seiner Hubbewegung erreichen kann, wird als oberer

Totpunkt bezeichnet und ist in der Figur 1 als strichlierte Linie OT gekennzeichnet. Die tiefste Stellung des Kolbenhubes ist der untere Totpunkt und ist mit einer strichlierten Linie UT gekennzeichnet. Am Kopf des Zylinders ZK befinden sich ein Einlaßkanal EK und ein Auslaßkanal AK. In den Zylinder ZY ist eine Zündkerze ZK eingesetzt, die das Kraftstoff-Luft-Gemisch im Zylinder zündet. Der Kraftstoff wird mittels eines Kraftstoff-Einspritzventils KE in den Einlaßkanal EK eingespritzt.

Der Einlaßkanal EK kann zum Zylinder ZY mittels ein oder mehrerer Einlaßventile EV geöffnet oder geschlossen werden. Desgleichen sind ein oder mehrere Auslaßventile AV vorhanden, welche den Auslaßkanal AK zum Zylinder ZY öffnen oder schließen. Die Skizze in Figur 1 zeigt jeweils nur ein Einlaßventil EV und ein Auslaßventil AV. In der Regel hat ein Motor heute aber mehrere Einlaßventile und Auslaßventile. Der Einfachheit halber wird nachfolgend immer nur von einem Einlaßventil EV und einem Auslaßventil AV gesprochen.

Der hier beschriebene Ottomotor soll eine vollvariable Ventilsteuerung besitzen. Deshalb sind die Einlaßventile EV und die Auslaßventile AV jeweils mit Motorventil-Stellern EVS und AVS versehen. Für die Motorventil-Steller EVS und AVS wird eine Hilfsenergie HE zur Verfügung gestellt, die z.B. ein elektrischer Strom oder eine elektrische Spannung ist, sofern es sich um elektromagnetische Motorventil-Steller EVS, AVS handelt. Die Hilfsenergie kann z.B. auch hydraulische oder pneumatische Energie sein, wenn die Motorventil-Steller EVS, AVS auf hydraulischer oder pneumatischer Basis arbeiten.

Ein Steuergerät SG, das in bekannter Weise einen Mikroprozessor, Programmspeicher, Datenspeicher u.s.w.

enthält, liefert Steuersignale für die Zündkerze ZK, das Kraftstoff-Einspritzventil KE und für die Motorventil-Steller EVS, AVS des Einlaßventils EV und des Auslaßventils AV. Eine der Eingangsgrößen des Steuergerätes SG ist der Kurbelwinkel ϕ_{KW} , der von einem Geber WG für die Kurbelwellenstellung detektiert wird. In der Regel erhält das Steuergerät SG noch weitere Betriebsgrößen BG des Motors, welche Einfluß auf die Steuerung der Kraftstoffeinspritzung, der Zündung, und der Betätigung des Einlaßventils EV und des Auslaßventils AV haben. Als Betriebsgrößen BG kommen z.B. die Motordrehzahl, der Fahrerwunsch, die Motortemperatur, der Umgebungsdruck, die angesaugte Luftmasse und andere in Frage.

Die Steuergrößen für die Gaswechselventile (Einlaßventil EV, Auslaßventil AV) werden fortlaufend - z.B. Kurbelwellensynchron bzw. bezogen auf das Arbeitsspiel des Motors - im Steuergerät SG bestimmt und in entsprechende Ansteuersignale für die Motorventil-Steller EVS und AVS umgesetzt. Durch diese Signale werden das Einlaßventil EV und das Auslaßventil AV veranlaßt, einen gewünschten Ventilhubverlauf durchzuführen. Der Ventilhubverlauf ist durch die Zeitpunkte für das Öffnen und das Schließen, den Hub und auch die Flankensteilheiten charakterisiert.

Um die in der Einleitung dargelegten Vorteile einer Verringerung des NO_x-Anteils im Rohabgas, eine verbesserte Verbrennung und Laufruhe insbesondere in der Warmlaufphase des Motors zu erzielen, werden das Einlaßventil EV und das Auslaßventil AV von dem Steuergerät SG so angesteuert, daß sich z. B. die in der Figur 2 dargestellten Ventilverläufe VH in Abhängigkeit vom Kurbelwellenwinkel ϕ_{KW} ergeben.

In dem in der Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel liegt der Öffnungszeitpunkt AÖ für das Auslaßventil AV vor

dem unteren Totpunkt UT, und sein Schließzeitpunkt AS liegt vor dem oberen Totpunkt OT. Das Einlaßventil EV öffnet in einer ersten Phase kurz bevor das Auslaßventil AV schließt. Der Öffnungszeitpunkt EÖ1 des Einlaßventils EV in der ersten Öffnungsphase liegt also vor dem Schließzeitpunkt AS des Auslaßventils AV. Kurz nachdem der Kolben KB den oberen Totpunkt OT verlassen hat, wird das Einlaßventil EV in der ersten Öffnungsphase wieder geschlossen. Der Schließzeitpunkt ES1 liegt also nach dem oberen Totpunkt OT. Alternativ dazu kann der Schließzeitpunkt AS des Auslaßventils AV auch vor dem Öffnungszeitpunkt EÖ1 der ersten Öffnungsphase des Einlaßventils EV liegen. Ebenfalls ist eine deutlich spätere Lage des Schließzeitpunktes AS möglich, wenn eine große Ventilüberschneidung zum Zwecke der internen Restgasrückführung angewendet wird. Die Lage der beiden beschriebenen Ventilhubverläufe für das Auslaßventil AV und das Einlaßventil EV bewirken eine interne Restgasrückführung in den Einlaßkanal EK. Dabei verursacht das im Bereich des oberen Totpunktes vorliegende Druckgefälle zwischen dem Zylinder und dem Einlaßkanal bei bereits geöffnetem Einlaßventil EV das Ausströmen eines Teils des heißen Abgases in den Einlaßkanal EK. Dieses in den Bereich von Einspritzventil und Kraftstoffwandfilm im Einlaßkanal ausgeschobene Restgas heizt in der Warmlaufphase des Motors das anfangs noch kalte Saugrohr auf und verbessert die Gemischbildung, d.h. es wird der flüssige Anteil des Kraftstoffs im Einlaßkanal verdampft. Bei weiterhin geöffnetem Einlaßventil EV wird das Gemisch von Restgas und Frischgas anschließend in den Zylinder eingesaugt.

Deutlich abgesetzt gegenüber dem Schließzeitpunkt ES1 in der ersten Öffnungsphase des Einlaßventils EV erfolgt eine zweite Öffnungsphase für das Einlaßventil EV, beginnend mit dem Öffnungszeitpunkt EÖ2. Der Schließzeitpunkt ES2 in der

zweiten Öffnungsphase liegt nach den unteren Totpunkt UT. Während des Zeitraums zwischen dem Schließzeitpunkt ES1 der ersten Öffnungsphase und dem Öffnungszeitpunkt EÖ2 der zweiten Öffnungsphase des Einlaßventils EV entsteht durch die Bewegung des Kolbens in Richtung auf den unteren Totpunkt UT ein relativ großer Unterdruck im Zylinder gegenüber dem Druck im Einlaßkanal EK. Wenn nun in der zweiten Öffnungsphase das Einlaßventil EV geöffnet wird, entsteht aufgrund des Unterdrucks im Zylinder eine sehr hohe Einströmgeschwindigkeit, wobei maximal Schallgeschwindigkeit erreicht wird. Durch diesen Saugvorgang gelangt das in den Einlaßkanal EK eingeschobene Restgas, das zur Verdampfung der flüssigen Kraftstoffanteile an der Innenwand des Einlaßkanals EK beiträgt, zusammen mit Frischgas in den Zylinder ZY. Wegen der dadurch erhöhten Ladungstemperatur und Turbulenz wird die weitere Aufbereitung des Kraftstoff-Luftgemisches im Zylinder verbessert. Dadurch kann der Kraftstoffverbrauch vermindert und der Schadstoffgehalt (insbesondere HC) im Rohabgas verringert werden. Auch wird infolge der Ladungsverdünnung durch das Restgas die Verbrennungstemperatur abgesenkt, wodurch wiederum Schadstoffanteile (NOx-Komponenten) des Rohabgases vermindert werden.

Die aktuellen Steuergrößen, d.h. die Öffnungs- und Schließzeiten, die Hübe, und die Flankensteigungen der Ventilhubverläufe, werden zweckmäßigerweise mindestens in Abhängigkeit von der aktuell geforderten Motorleistung vorgegeben. Die Steuergrößen können aber außerdem auch von anderen Parametern abhängig gemacht werden. Solche Parameter sind z.B. die durch Sensoren erfaßten oder anderweitig bestimmten motorischen Zustandsgrößen (z.B. Kühlwassertemperatur, Motoröltemperatur etc.), die Zeit oder Zahl von Motorumdrehungen nach dem Motorstart, durch Sensoren oder anderweitig erfaßte Umweltparameter (z.B.

Ansauglufttemperatur), Reaktionen bzw. Vorgaben eines Fahrers (z.B. Gangwahl) sowie weitere Größen, die in Abhängigkeit der genannten Parameter bzw. der zeitlichen Entwicklung dieser Parameter gebildet werden.

5

Die Steuergrößen für die Gaswechselventile sollten in Abhängigkeit von zuvor genannten Parametern so gewählt werden, daß sich ein optimaler Motorbetrieb nach Kriterien wie Kraftstoffverbrauch, Abgasqualität, Abgastemperatur, Laufruhe oder anderen Eigenschaften ergibt.

10

Das zuvor beschriebene Verfahren kann auch beschränkt auf spezielle, wohl definierte Bedingungen oder Betriebszustände des Motors (z.B. im Warmlauf bis zum Erreichen einer definierten Schwelle für die Motortemperatur) verwendet werden, wobei ansonsten auf ein nach dem Stand der Technik bekanntes Verfahren zur Steuerung der Gaswechselventile zurückgegriffen wird.

15

5

10 Ansprüche

1. Verfahren zur Füllungssteuerung bei einem
Verbrennungsmotor mit variabler Steuerung der
Gaswechselventile (EV, AV) seiner Zylinder (ZY), wobei durch
15 Steuerung der Schließzeitpunkte des mindestens einen
Auslaßventils (AV) des jeweiligen Zylinders (ZY) und durch
Öffnen mindestens eines Einlaßventils (EV) im Bereich des
oberen Totpunktes (OT) eine interne Restgasrückführung im
Zylinder (ZY) mit zeitweiligem Ausschieben von Restgas vor
20 das mindestens eine Einlaßventil veranlaßt wird, dadurch
gekennzeichnet, daß innerhalb eines Ladungswechsels im
Zylinder (ZY) in mindestens zwei zeitlich voneinander
abgesetzten Phasen (EÖ1, ES1, EÖ2, ES2) mindestens ein
Einlaßventil (EV) geöffnet wird.

25

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in
zwei zeitlich voneinander abgesetzten Phasen (EÖ1, ES1, EÖ2,
ES2) mindestens ein Einlaßventil (EV) geöffnet wird, wobei
die erste Phase des Einlaßventil-Öffnens im Bereich des
30 oberen Totpunktes (OT) und die zweite Phase des
Einlaßventil-Öffnens nach dem oberen Totpunkt (OT) beginnt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
alle Auslaßventile (AV) vor Beginn (EÖ1) der ersten Phase
35 des Einlaßventil-Öffnens geschlossen werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Auslaßventile (AV) vor dem Ende (ES1) der ersten Phase des Einlaßventil-Öffnens, aber vor dem oberen Totpunkt (OT) geschlossen werden.

5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Beginn (EÖ2) der zweiten Phase des Einlaßventil-Öffnens nach dem Ende (ES1) der ersten Phase so gewählt wird, daß sich im Zylinder (ZY) ein so großer Unterdruck aufbaut, daß sich eine gewünschte hohe Einströmgeschwindigkeit für das Gasgemisch in den Zylinder (ZY) einstellt.

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem 6-Takt oder 8-Takt Betrieb des Motors die zweite Phase des Einlaßventil-Öffnens um mindestens ca. eine Kurbelwellenumdrehung versetzt nach der ersten Phase des Einlaßventil-Öffnens beginnt.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß alle Einlaß- (EV) und Auslaßventile (AV) individuell bezüglich des Hubes, der Flankensteilheit, des Öffnungsverlaufs und der Öffnungszeit steuerbar sind.

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Beginn (AÖ, EÖ1, EÖ2) und das Ende (AS, ES1, ES2) der Öffnungsphasen und/oder die Hübe und/oder die Flankensteilheiten der Öffnungsverläufe für die Einlaß- (EV) und Auslaßventile (AV) so gewählt werden, daß nach dem Ende des Ladungswechselforgangs im Zylinder die jeweils gewünschten Mengen von Frischgas und Restgas vorhanden sind und eine Brennrauminnenströmung sowie die Turbulenz der Zylinderladung mit einer gewünschten Form und Stärke vorliegen.

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Beginn (AÖ, EÖ1, EÖ2) und
das Ende (AS, ES1, ES2) der Öffnungsphasen und/oder die Hübe
5 und/oder die Flankensteilheiten der Öffnungsverläufe für die
Einlaß- (EV) und Auslaßventile (AV) nach den Kriterien einer
optimalen Gemischbildungs- und Abgasqualität, eines geringst
möglichen Energieaufwandes für das Stellen der Ventile (AV,
EV) und für das Hinausschieben und Wiederansaugen von
10 Restgas und eines geringst möglichen Kraftstoffverbrauchs
gesteuert werden.

1/1

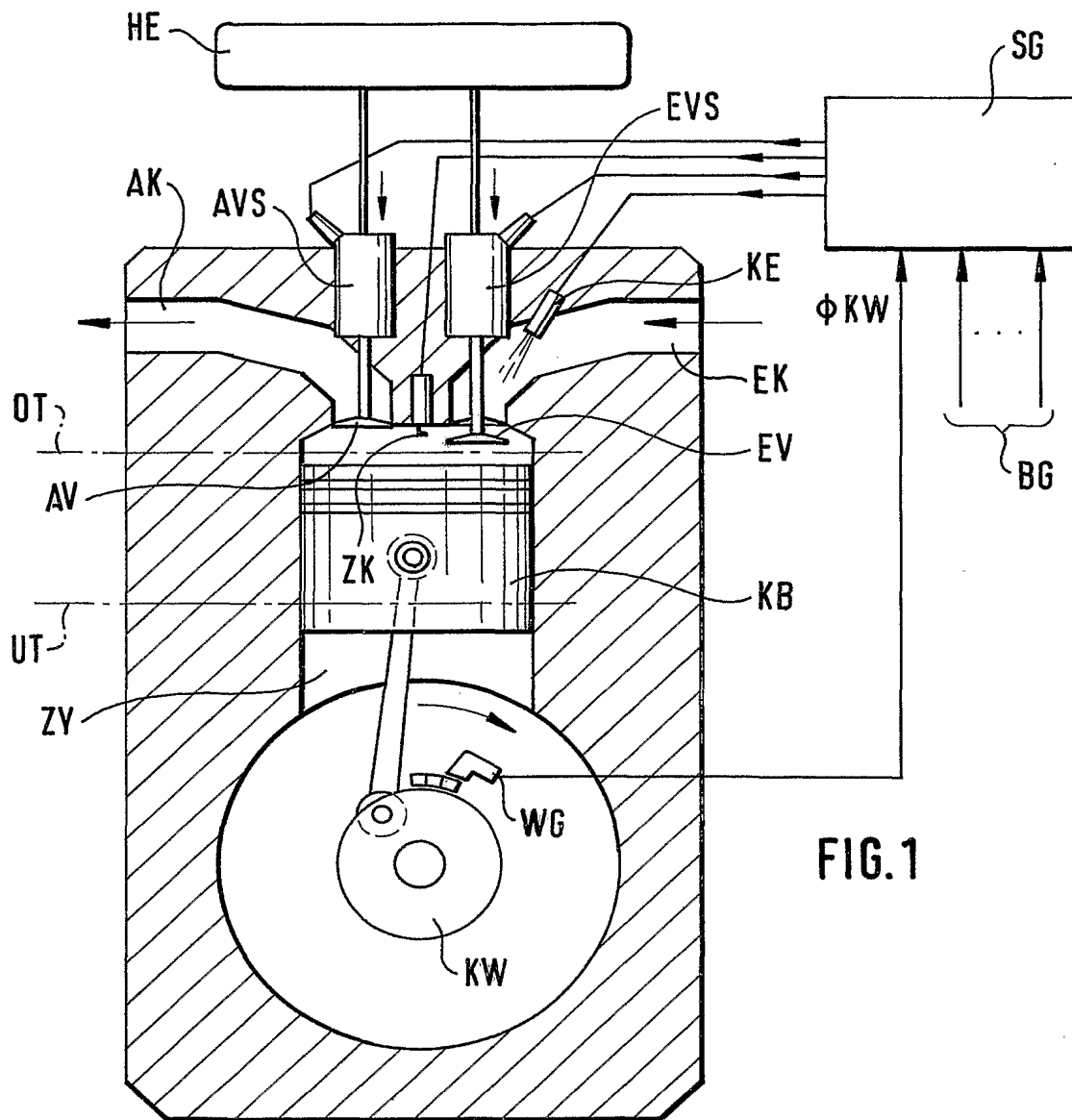
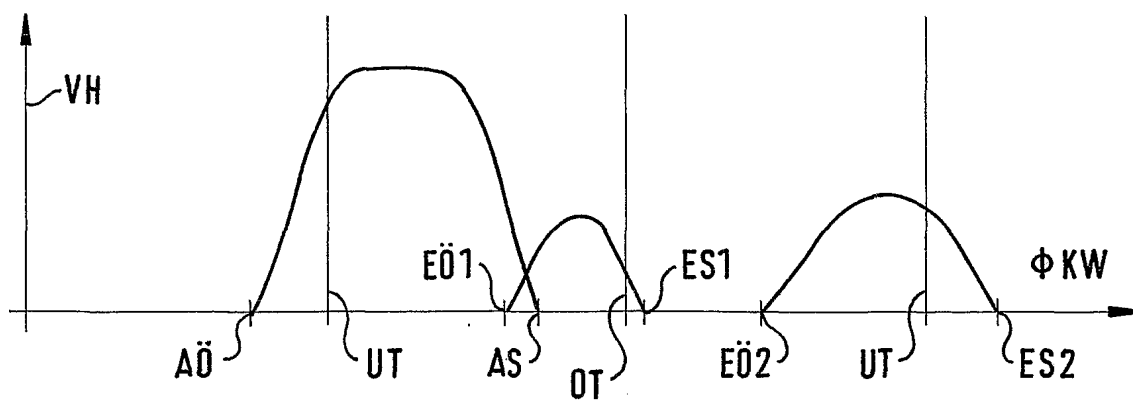


FIG. 1

FIG. 2



Patent Application No
PCI/DE 01/00989

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 F02D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category ° | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | EP 0 473 258 A (LUCAS) 4 March 1992 (1992-03-04) column 4, line 9 - line 13 column 4, line 46 -column 5, line 8 | 1,2,5,8, 9 |
| Y | column 6, line 30 - line 34 column 8, line 10 - line 22 | 7 |
| A | column 8, line 53 - line 58; figure 3 --- | 3,4 |
| Y | EP 0 397 359 A (ISUZU) 14 November 1990 (1990-11-14) column 6, line 19 - line 25; figure 1 --- | 7 |
| A | DE 43 08 931 A (SCHATZ) 22 September 1994 (1994-09-22) column 2, line 61 -column 3, line 34; figure 2 --- -/-- | 1 |

X Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *G* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 July 2001

Date of mailing of the international search report

24/07/2001

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Joris, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 01/00989

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | US 5 367 990 A (SCHECHTER) 29 November 1994 (1994-11-29) abstract ---- | 1 |
| A | GÖBEL: "GEMISCHBILDUNG BEI DROSSELFREIER LASTSTEUERUNG VON OTTOMOTOREN" MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, vol. 54, no. 12, 1 December 1993 (1993-12-01), pages 616-622, XP000413581 STUTTGART page 621, middle column, paragraph 3 page 621, right-hand column, paragraph 1 - paragraph 2 ---- | 1 |
| A | EP 0 594 463 A (RICARDO) 27 April 1994 (1994-04-27) abstract ---- | 1 |
| A | JP 2000 087768 A (NISSAN) 28 March 2000 (2000-03-28) abstract ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 01/00989

| Patent document cited in search report | | Publication date | Patent family member(s) | | Publication date |
|---|---|---------------------|----------------------------|------------|---------------------|
| EP 473258 | A | 04-03-1992 | JP | 4232328 A | 20-08-1992 |
| EP 397359 | A | 14-11-1990 | JP | 1935648 C | 26-05-1995 |
| | | | JP | 2294522 A | 05-12-1990 |
| | | | JP | 6063458 B | 22-08-1994 |
| | | | DE | 69003863 D | 18-11-1993 |
| | | | DE | 69003863 T | 17-03-1994 |
| | | | DE | 397359 T | 11-04-1991 |
| | | | US | 5007382 A | 16-04-1991 |
| DE 4308931 | A | 22-09-1994 | NONE | | |
| US 5367990 | A | 29-11-1994 | DE | 69412441 D | 17-09-1998 |
| | | | DE | 69412441 T | 24-12-1998 |
| | | | EP | 0659984 A | 28-06-1995 |
| | | | US | 5404844 A | 11-04-1995 |
| EP 594463 | A | 27-04-1994 | DE | 69310082 D | 28-05-1997 |
| | | | DE | 69310082 T | 31-07-1997 |
| | | | EP | 0594462 A | 27-04-1994 |
| | | | JP | 6200836 A | 19-07-1994 |
| | | | JP | 6213080 A | 02-08-1994 |
| | | | US | 5379743 A | 10-01-1995 |
| JP 2000087768 | A | 28-03-2000 | NONE | | |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

I ionales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00989

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F02D13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 F02D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | EP 0 473 258 A (LUCAS) 4. März 1992 (1992-03-04) Spalte 4, Zeile 9 - Zeile 13 | 1,2,5,8, 9 |
| Y | Spalte 4, Zeile 46 - Spalte 5, Zeile 8 | |
| Y | Spalte 6, Zeile 30 - Zeile 34 | 7 |
| A | Spalte 8, Zeile 10 - Zeile 22 | |
| A | Spalte 8, Zeile 53 - Zeile 58; Abbildung 3 | 3,4 |
| Y | EP 0 397 359 A (ISUZU) 14. November 1990 (1990-11-14) Spalte 6, Zeile 19 - Zeile 25; Abbildung 1 | 7 |
| A | DE 43 08 931 A (SCHATZ) 22. September 1994 (1994-09-22) Spalte 2, Zeile 61 - Spalte 3, Zeile 34; Abbildung 2 | 1 |
| | --- -/- | |

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

18. Juli 2001

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/07/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Joris, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie° | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | US 5 367 990 A (SCHECHTER) 29. November 1994 (1994-11-29) Zusammenfassung ---- | 1 |
| A | GÖBEL: "GEMISCHBILDUNG BEI DROSSELFREIER LASTSTEUERUNG VON OTTOMOTOREN" MOTORTECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Bd. 54, Nr. 12, 1. Dezember 1993 (1993-12-01), Seiten 616-622, XP000413581 STUTTGART Seite 621, mittlere Spalte, Absatz 3 Seite 621, rechte Spalte, Absatz 1 - Absatz 2 ---- | 1 |
| A | EP 0 594 463 A (RICARDO) 27. April 1994 (1994-04-27) Zusammenfassung ---- | 1 |
| A | JP 2000 087768 A (NISSAN) 28. März 2000 (2000-03-28) Zusammenfassung ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

I Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 01/00989

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument | | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| EP 473258 | A | 04-03-1992 | JP | 4232328 A | 20-08-1992 |
| EP 397359 | A | 14-11-1990 | JP | 1935648 C | 26-05-1995 |
| | | | JP | 2294522 A | 05-12-1990 |
| | | | JP | 6063458 B | 22-08-1994 |
| | | | DE | 69003863 D | 18-11-1993 |
| | | | DE | 69003863 T | 17-03-1994 |
| | | | DE | 397359 T | 11-04-1991 |
| | | | US | 5007382 A | 16-04-1991 |
| DE 4308931 | A | 22-09-1994 | KEINE | | |
| US 5367990 | A | 29-11-1994 | DE | 69412441 D | 17-09-1998 |
| | | | DE | 69412441 T | 24-12-1998 |
| | | | EP | 0659984 A | 28-06-1995 |
| | | | US | 5404844 A | 11-04-1995 |
| EP 594463 | A | 27-04-1994 | DE | 69310082 D | 28-05-1997 |
| | | | DE | 69310082 T | 31-07-1997 |
| | | | EP | 0594462 A | 27-04-1994 |
| | | | JP | 6200836 A | 19-07-1994 |
| | | | JP | 6213080 A | 02-08-1994 |
| | | | US | 5379743 A | 10-01-1995 |
| JP 2000087768 | A | 28-03-2000 | KEINE | | |

DERWENT-ACC-NO: 2001-626989**DERWENT-WEEK:** 200744*COPYRIGHT 2009 DERWENT INFORMATION LTD*

TITLE: Procedure for charge control of
internal combustion engine entails
opening of at least one inlet valve
inside load change in cylinder in at
least two phases separated in time from
each other

INVENTOR: BEUCHE V ; DIEHL U ; GAESSLER H ; GROSSE C ;
MISCHKER K ; REIMER S ; ROSENAU B ; SCHIEMANN
J ; WALTER R

PATENT-ASSIGNEE: BOSCH GMBH ROBERT[BOSC] , BEUCHE V
[BEUCI] , DIEHL U[DIEHI] , GAESSLER H
[GAESI] , GROSSE C[GROSI] , MISCHKER K
[MISCI] , REIMER S[REIMI] , ROSENAU B
[ROSEI] , SCHIEMANN J[SCHII]

PRIORITY-DATA: 2000DE-1018303 (April 13, 2000)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE |
|-------------------|------------------|-----------------|
| DE 10018303 A1 | October 25, 2001 | DE |
| WO 0179675 A1 | October 25, 2001 | DE |
| EP 1276980 A1 | January 22, 2003 | DE |
| BR 200109938 A | May 27, 2003 | PT |
| US 20030154964 A1 | August 21, 2003 | EN |
| JP 2003531336 W | October 21, 2003 | JA |
| US 6807956 B2 | October 26, 2004 | EN |
| EP 1276980 B1 | May 16, 2007 | DE |
| DE 50112510 G | June 28, 2007 | DE |

DESIGNATED-STATES: BR JP US AT BE CH CY DE DK ES FI FR
 GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR AL AT
 BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT
 LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR
 DE GB IT

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO | APPL-DATE |
|-----------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| DE 10018303A1 | N/A | 2000DE- 1018303 | April 13, 2000 |
| BR 200109938A | N/A | 2001BR- 009938 | March 15, 2001 |
| DE 50112510G | N/A | 2001DE- 512510 | March 15, 2001 |
| EP 1276980A1 | N/A | 2001EP- 921203 | March 15, 2001 |
| EP 1276980B1 | N/A | 2001EP- 921203 | March 15, 2001 |
| JP2003531336W | N/A | 2001JP- 577047 | March 15, 2001 |
| WO2001079675A1 | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| EP 1276980A1 | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| BR 200109938A | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| US20030154964A1 | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| JP2003531336W | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| US 6807956B2 | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| EP 1276980B1 | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |
| DE 50112510G | N/A | 2001WO- DE00989 | March 15, 2001 |

| | | | |
|-----------------|----------|-------------------|----------------------|
| US20030154964A1 | N/A | 2003US- 257191 | February 28, 2003 |
| US 6807956B2 | Based on | 2003US- 257191 | February 28, 2003 |

INT-CL-CURRENT:

| TYPE | IPC DATE |
|-------------|--------------------|
| CIPP | F01L9/04 20060101 |
| CIPP | F02D13/02 20060101 |
| CIPP | F02D13/02 20060101 |
| CIPS | F02B31/00 20060101 |
| CIPS | F02B31/02 20060101 |
| CIPS | F02D13/02 20060101 |
| CIPS | F02D41/06 20060101 |
| CIPS | F02D45/00 20060101 |
| CIPS | F02M25/07 20060101 |

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 10018303 A1**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - The procedure for charge control of an internal combustion engine entails the opening of at least one inlet valve(EV) inside a load change in the cylinder in at least two phases separated in time from each other. The first phase of the inlet valve opening commences in the region of the top dead center(OT) point and the second phase commences after it. All the exhaust valves(AV) are closed before the commencement of the first phase of the inlet valve, or are closed before the end of the first phase but before the upper dead center point.

USE - The procedure is for charge control of an internal

combustion engine with variable control of its cylinder's gas exchange valves.

ADVANTAGE - The procedure optimizes running of the engine in the warm-up phase from the point of view of fuel consumption, emissions and smoothness.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a cross section through a cylinder in an Otto engine with variable valve control.

exhaust valves (AV)

inlet valve (EV)

top dead center point (OT)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/2

TITLE-TERMS: PROCEDURE CHARGE CONTROL INTERNAL
COMBUST ENGINE ENTAIL OPEN ONE INLET
VALVE LOAD CHANGE CYLINDER TWO PHASE
SEPARATE TIME

DERWENT-CLASS: Q51 Q52 Q53

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: 2001-467392